

# Best Available Copy

IFW

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Jie-Wei Chen et al. Confirmation No.: 9248  
Serial No. : 10/667,708  
Filed : September 22, 2003  
TC/A.U. : 1733  
Examiner :

Docket No. : 03-495  
Customer No. : 34704

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313

### REQUEST TO ENTER PRIORITY DOCUMENT INTO RECORD

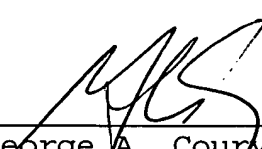
Dear Sir:

Please make of record the attached certified copy of  
European Patent Application No. 02022073.7, filed October 2,  
2002, the priority of which is hereby claimed under the  
provisions of 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

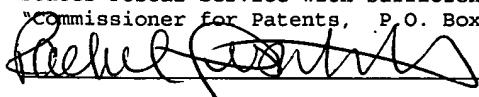
Jie-Wei Chen et al.

By

  
George A. Coury  
Attorney for Applicants  
Tel: (203) 777-6628  
Fax: (203) 865-0297

Date: July 19, 2005

I, Rachel Piscitelli, hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to:  
Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313" on July 19, 2005.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

02022073.7

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 02022073.7  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 02.10.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Leister Process Technologies  
Riedstrasse  
6060 Sarnen  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren und Vorrichtung zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff in  
dreidimensionaler Form mittels Laserstrahl

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B29C/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

LEISTER Process Technologies, CH-6060 Samen;  
480/45 EP

1. Oktober 2002

K/no

5

### Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff in dreidimensionaler Form mittels Laserstrahl.

10

Verfahren zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff, wobei das obere, einer Laserquelle zugewandte Werkstück aus einem für den Laserstrahl transparenten Material und das untere Werkstück aus einem für den Laserstrahl absorbierendem Material besteht, so dass die aneinander grenzenden Kontaktflächen der beiden Werkstücke aufschmelzen und bei der anschließenden Abkühlung unter Druck sich miteinander verbinden, wobei das Lenken des Laserstrahls auf die zu verbindende Stelle und das mechanische Zusammendrücken der Werkstücke gleichzeitig durch einen Bearbeitungskopf durchgeführt wird. Die entsprechende Vorrichtung umfasst einen Bearbeitungskopf mit Fokussiereinrichtungen für den Laserstrahl auf die Kontaktfläche und Druckeinrichtungen zum Zusammenpressen der Werkstücke. Als Druckeinrichtung ist eine drehbar gelagerte Glaskugel oder Rolle besonders geeignet. Die Erfindung ermöglicht die Sicherheit der Schweißqualität bei Flexibilität des Schweißvorgangs ohne teure und aufwendige Spannwerkzeuge.

25

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



LEISTER Process Technologies, CH-6060 Sarnen;  
480/45 EP

1. Oktober 2002  
K/nü

5

**Verfahren und Vorrichtung zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff  
in dreidimensionaler Form mittels Laserstrahl**

Beschreibung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff, wobei das obere, einer Laserquelle zugewandte Werkstück aus einem für den Laserstrahl transparenten Material und das untere Werkstück aus einem für den Laserstrahl absorbierende Material besteht, so dass die aneinandergrenzenden Kontaktflächen der beiden Werkstücke aufschmelzen und bei der anschließenden Abkühlung unter Druck sich miteinander verbinden.

15

20

Diese Methode des Kunststoffschweißens mit Laserstrahl ist allgemein bekannt und wird auch als Durchstrahlschweißen bezeichnet. Für diese Kunststoffschweißmethode ist es wichtig, dass während des Schweißvorgangs die Werkstücke miteinander verspannt werden, da eine wichtige Voraussetzung für eine gute Schweißverbindung der Kunststoffe mittels Laserstrahlung nicht nur die Energiedosierung, sondern auch der saubere mechanische Kontakt zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Fügeflächen ist. Hierzu sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die insbesondere bei flächigen Teilen eine ausreichende Anpresskraft ermöglichen.

25

Für zweidimensionale Schweißkonturen ist eine gute Spannbedingung relativ leicht herzustellen. Sobald jedoch eine Schweißkontur in dreidimensionaler Form an dreidimensionalen Teilen erstellt werden soll, ist der mechanische Kontakt der miteinander zu verbindenden Teile, insbesondere wenn die Form der Teile sich  
5 immer wieder ändern, technisch sehr schwierig zu realisieren. Problematisch ist dabei sowohl die gleichmäßige Verteilung der Spannkraft auf die gesamte Kontur als auch die Dosierung des Spanndruckes.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit  
10 vorzuschlagen, die das Konturschweißen von Werkstücken aus Kunststoff in dreidimensionaler Form ohne spezielle Spannvorrichtung erlaubt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Verfahrensanspruchs und des  
15 Vorrichtungsanspruchs gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den jeweiligen rückbezogenen Unteransprüchen angegeben.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt das Lenken des Laserstrahls auf die zu verbindende Stelle und das mechanische Zusammendrücken der  
20 Werkstücke gleichzeitig durch einen Bearbeitungskopf. Dabei kann das Zusammendrücken der Werkstücke entweder punktuell genau an der Stelle erfolgen, an der der Laserstrahl auftritt, oder auch flächig in einem Bereich um die Auftreffstelle des Lasers. Es ist auch möglich, die Werkstücke entlang einer Linie quer zur Relativbewegung des Laserstrahls und der Werkstücke auf der sich  
25 auch der Laserstrahl befindet, zusammenzupressen.

Damit bietet die Erfindung grundsätzlich die Möglichkeit, die benötigte Spannkraft gleichzeitig mit dem Laserstrahl entlang einer programmierten Schweißkontur kontinuierlich, aber stets punktuell, entlang einer Linie oder in einem bestimmten  
30 Bereich an die Stelle zu bringen, an der der Schweißprozess stattfindet und die Spannkraft wirklich benötigt wird. Diese spezielle Schweiß- und Anpressfunktion

wird durch einen Bearbeitungskopf übertragen, der die mechanische Andrückung und auch die Energieübertragung erlaubt.

5 Da die relative Bewegung zwischen dem Bearbeitungskopf und den zu verschweißenden Werkstücken gemäß der Erfindung ständig unter mechanischer Berührung abläuft, werden vorzugsweise die Werkstücke an der Auftreffstelle des Lasers zusammengepresst, wobei vorteilhafterweise der Laserstrahl über eine zweckmäßigerweise drehbare für IR-Strahlung transparente Kugel oder Rolle, beispielsweise aus Glas oder Kunststoff, auf die Kontaktfläche fokussiert wird.  
10 Die Kugel ist in alle Richtungen drehbar, um eine unnötige mechanische Reibung zu verhindern. Diese drehbare Kugel, die ständig gegen das obere Werkstück gedrückt wird, verhält sich dabei auch wie eine Linse, mit der die Laserstrahlung präzise auf die Kontaktstelle fokussiert werden kann. Für das Schweißen einer Linie, insbesondere geraden Linie, oder einem breiten Linie (Streifen) auf einer wellenförmigen Oberfläche kann eine Rolle über die Oberfläche bewegt werden.  
15 Der Laserstrahl kann dabei selbst als Linie in Vorschubrichtung oder quer zur Vorschubrichtung auftreffen. Vorzugsweise wird die Fokusebene des Laserstrahls mittels eines in den Bearbeitungskopf integrierten Linsensystems eingestellt.

20 Die Bewegung dieses Bearbeitungskopfes betreffend die Bewegungsgeschwindigkeit, den Bewegungsweg und die Haltung des Kopfes kann von einem Robotersystem präzise gesteuert werden. Die gewünschte Spannkraft kann durch programmierbare Roboterposition definiert werden. Minimale formgebundene Abweichungen werden über einen im Bearbeitungskopf  
25 integrierten Federkörper ausgeglichen. Die reale Andrückkraft wird durch die Messung des Drehmoments innerhalb des Robotersystems geregelt.

Gemäß einer bevorzugten Ausbildung des Verfahrens wird das Schweißverfahren über zwei Schritte realisiert, derart, dass in einem ersten Schritt die Werkstücke  
30 an einer oder mehreren definierten Stelle durch punktuelle Schweißung mit dem Bearbeitungskopf fixiert werden und anschließend in einem zweiten Schritt die Kontur für die vollständige Verbindung abgefahren wird. Dadurch werden keine

## 4

zusätzlichen mechanischen Fixierungen benötigt, die schwierig und aufwendig zu realisieren sind. Ein weiterer Vorteil des ersten Schrittes liegt darin, dass insbesondere bei dünnen Materialien, durch eine Materialdeformation der Werkstücke während des 3D-Konturschweißens eventuell eine Mitbewegung der zu verschweißenden Werkstücke stattfindet, die hinsichtlich der Genauigkeit des Schweißvorganges unerwünscht ist. Verfahrensmäßig kann vor der Punktschweißung das obere Werkstück durch ein zweites Robotersystem positioniert werden. Bei dem Verfahren ist die Haltung des Bearbeitungskopfes für die Schweißqualität äußerst wichtig. Im Hinblick auf die Funktionen des mechanischen Andrückens und der zielgerechten Energieübertragung muss der Bearbeitungskopf stets senkrecht zu der Kontaktebene gehalten werden. Diese räumliche Haltung kann durch ein mehrachsiges Robotersystem präzise programmiert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst den Bearbeitungskopf mit Fokussiereinrichtungen für den Laserstrahl auf die Kontaktfläche und Druckeinrichtungen zum Zusammenpressen der Werkstücke. Vorzugsweise weist der Bearbeitungskopf einen Hohlraum auf, in den das Ende einer Lichtleitfaser zum Einkoppeln des Laserstrahls hineinragt. In dem Hohlraum befinden sich optische Einrichtungen zum Formen und zum Lenken des Laserstrahls. An seinem unteren Ende ist die transparente Kugel oder Rolle drehbar gelagert. In den Bearbeitungskopf kann vorteilhafterweise ein Temperaturmessgerät, beispielsweise ein Pyrometer eingekoppelt werden.

Die Erfindung ermöglicht somit die Sicherheit der Schweißqualität bei dreidimensionalen Anordnungen und erlaubt gleichzeitig eine hohe Flexibilität bei unterschiedlichen Schweißvorgängen ohne teure und aufwendige Spannwerkzeuge.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es stellen dar:

## 5

Figur 1 die Schnittdarstellung durch den Bearbeitungskopf und die zu bearbeitenden Werkstücke;

Figur 2 eine andere Ausgestaltung entsprechend Figur 1 mit einer zusätzlichen Möglichkeit der Temperaturmessung;

Figur 3 die prinzipielle Darstellung des 3D-Schweißverfahrens mit Roboter und die Haltung des Bearbeitungskopfes während des Schweißverfahrens und

Figur 4 die prinzipielle Anordnung einer Rolle auf zu verschweißenden Werkstücken am Beispiel von Folien mit einem linienförmigen Laserstrahl in Vorschubrichtung (Figur 4A) und mit einem linienförmigen Laserstrahl quer zur Vorschubrichtung (Figur 4B) sowie eine Wellenkontur (Figur 4C).

Figur 1 zeigt den Bearbeitungskopf 15 mit einer mechanischen Fassung 5, die einen Hohlraum 16 einschließt. Der Hohlraum 16 erstreckt sich in dem Ausführungsbeispiel in Längsrichtung der mechanischen Fassung 5. Am oberen Ende der mechanischen Fassung 5 gelangt über eine Lichtleitfaser 1 ein Laserstrahl 14 in diesen Hohlraum. In dem Hohlraum befindet sich eine konvergente Linse 2 und am unteren Ende eine Glaskugel 3. Die Glaskugel 3 ist in der mechanischen Fassung in alle Richtungen drehbar gelagert und drückt in dem Ausführungsbeispiel auf die Oberseite des für den Laserstrahl 14 transparenten Werkstückes 6. Durch die konvergente Linse 2 und die Glaskugel 3 wird der Laserstrahl 14 an der Auftreffstelle 12 zwischen dem transparenten Werkstück 6 und dem absorbierenden Werkstück 7 fokussiert. Die mechanische Fassung 5 ist am oberen Ende in eine zylindrische Führung gelagert, wobei bei einer Bewegung der zylindrischen Führung 13 in Richtung der Werkstücke 6, 7 die Kraft über eine Federung 4 aufgebracht wird. Damit wird die mechanische Toleranz kompensiert. Grundsätzlich ist es auch möglich bei der Fassung für die

Glaskugel 3 einen Reinigungsmechanismus zu integrieren, um die optische Funktion der Glaskugel 3 auch über längere Zeit gewährleisten zu können.

Ein derartiger Bearbeitungskopf kann sehr kompakt gebaut werden, da nur eine konvergente Linse 2 benötigt wird. Das Verstellen der Fokusebene kann lediglich durch die Variation der Position der konvergenten Linse 2 erreicht werden. Falls die bestrahlte Fläche auf die Glaskugel 3 wesentlich kleiner als der Durchmesser der Glaskugel 3 ist, wird die Fokusebene hauptsächlich durch die Brennweite der konvergenten Linse 2 bestimmt.

Figur 2 zeigt einen Bearbeitungskopf 15 mit einer zusätzlichen Temperaturüberwachung. In diesem Fall befindet sich in dem Hohlraum 16 eine weitere konvergente Linse 8. Diese wird benötigt, um einen kollimierten Strahlengang zu erzeugen, damit weitere optische Elemente eingekoppelt werden können. Die kollimierte Strahlung nach der konvergenten Linse 8 wird durch die konvergente Linse 2 auf die Auftreffstelle 12 unter der Glaskugel 3 fokussiert. Die Wärmestrahlung aus der Schweißstelle wird durch einen Strahlteiler, der sich in dem kollimierten Strahlengang befindet, über den Strahlteiler 9 umgelenkt und über die außerhalb der mechanischen Fassung angeordneten konvergenten Linse 10 auf ein Pyrometer 11 fokussiert.

Figur 3 zeigt die prinzipielle Darstellung des 3D-Schweißvorgangs mit zwei verschiedenen Positionen des Bearbeitungskopfes 15, der entlang einer Schweißnaht 17 auf zwei unterschiedlich ausgebildeten nicht ebenen Werkstücken 6, 7 entlanggeführt wird und dabei das transparente Werkstück 6 auf das absorbierende Werkstück 7 an der Berührungsstelle durch die Glaskugel 3 zusammenpresst. Die Bewegungsrichtung des Bearbeitungskopfes 15 ist durch den Pfeil dargestellt und mit F ist die Richtung der einwirkenden Kraft gezeigt, wobei aus den beiden unterschiedlichen Positionen des Bearbeitungskopfes 15 aus der Figur ersichtlich wird, dass der Bearbeitungskopf 15 immer senkrecht auf die Oberfläche gedrückt werden muss. So ist die Stellung des Bearbeitungskopfes 15 eine andere als die des Bearbeitungskopfes 15' die

Führung des Bearbeitungskopfes 15 erfolgt, wie vorstehend bereits erwähnt, mittels eines entsprechenden Robotersystems.

Figur 4A zeigt ein für IR-Strahlung durchlässige Rolle 18, die in Pfeilrichtung über das zu verschweißende Material 19 bewegbar ist. Der Laserstrahl 20 ist in diesem Ausführungsbeispiel linienförmig und im Auftreffbereich hinsichtlich der Länge an die Krümmung der Rolle 18 angepasst. Damit kann eine schmale Schweißnahtlinie 21 entlang einer wellenförmigen Kontur, wie in Figur 3 gezeigt, erzeugt werden. Auch hier ist es vorteilhaft, dass der Laserstrahl senkrecht auf der Oberfläche steht. In der Figur 4B ist der Laserstrahl 20 um 90° gedreht, so dass eine wesentlich breitere Schweißnaht 22 erzeugt wird. In beiden Fällen wird das obere Material entlang einer quer zur Vorschubrichtung angeordneten Linie, der Berührungslinie der Rolle 18 mit dem Material 19, zusammengepresst. Die Rolle 18 kann aus Vollmaterial oder auch rohrförmig sein. Der Laserstrahl 20 wird in bekannter Art und Weise durch eine geeignete Linse 22 in einen vorhangartigen Laserstrahl mit einer Auftrefflinie geformt. Die Anordnung gemäß dieser Figur ist in einem, wie in der Figur 1 oder 2 dargestellten Bearbeitungskopf angeordnet und die Rolle 18 ist entsprechend drehbar gelagert.

LEISTER Process Technologies, CH-6060 Sarnen;  
480/45 EP

1. Oktober 2002  
K/nü

5

### Patentansprüche

10

15

20

25

1. Verfahren zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff, wobei das obere, einer Laserquelle zugewandte Werkstück aus einem für den Laserstrahl transparenten Material und das untere Werkstück aus einem für den Laserstrahl absorbierendem Material besteht, so dass die aneinander grenzenden Kontaktflächen der beiden Werkstücke aufschmelzen und bei der anschließenden Abkühlung unter Druck sich miteinander verbinden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lenken des Laserstrahls auf die zu verbindende Stelle und das mechanische Zusammendrücken der Werkstücke gleichzeitig durch einen Bearbeitungskopf (15) durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkstücke an der Auftreffstelle (12) des Laserstrahls (14) punktuell oder entlang einer Linie zusammengepresst werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bearbeitungskopf das obere Werkstück berührend, entlang der Schweißkontur bewegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fokusebene des Bearbeitungskopfes durch eine IR-durchlässiges



Anpresselement (3, 18), vorzugsweise drehbares Anpresselement, und ein integriertes Linsenssystem (6, 8) bestimmt und durch das integrierte Linsenssystem (6, 8) eingestellt wird.

- 5      5.      Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt die Werkstücke an einer oder mehreren definierten Stellen mit dem Bearbeitungskopf (15) lokal fixiert werden und anschließend in einem zweiten Schritt die Kontur für die vollständige Verbindung abgefahren wird.
- 10      6.      Vorrichtung zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff, wobei das obere, einer Laserquelle zugewandte Werkstück aus einem für den Laserstrahl transparenten Material und das untere Werkstück aus einem für den Laserstrahl absorbierendem Material besteht, so dass die
- 15      aneinander grenzenden Kontaktflächen der beiden Werkstücke aufschmelzen und bei der anschließenden Abkühlung unter Druck sich miteinander verbinden, mit zumindest einer Auflagefläche für die Werkstücke gekennzeichnet durch, einen Bearbeitungskopf (15) mit
- 20      Fokussiereinrichtungen (2, 8) für den Laserstrahl (14) auf die Kontaktfläche und Druckeinrichtungen (4) zum Zusammenpressen der Werkstücke (6, 7, 19).
- 25      7.      Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Bearbeitungskopf (15) eine für den Laserstrahl (14) transparente Kugel (3) oder Rolle (18) an dem den Werkstücken (6, 7, 19) zugewandten Ende aufweist.
- 30      8.      Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugel (3) oder Rolle (18) drehbar gelagert sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bearbeitungskopf (15) einen Hohlraum (16) aufweist, in den das Ende einer Lichtleitfaser (1) zum Einkoppeln des Laserstrahls hineinragt, in dem Hohlraum optische Einrichtungen (2, 8) zum Formen und Lenken des Laserstrahls angeordnet sind und an dessen unterem Ende die Kugel (3) oder Rolle (18) drehbar gelagert sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Hohlraum (16) ein Temperaturmessgerät (11) einkoppelbar ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bearbeitungskopf (15) in Längsrichtung federnd ausgebildet ist.

4/4

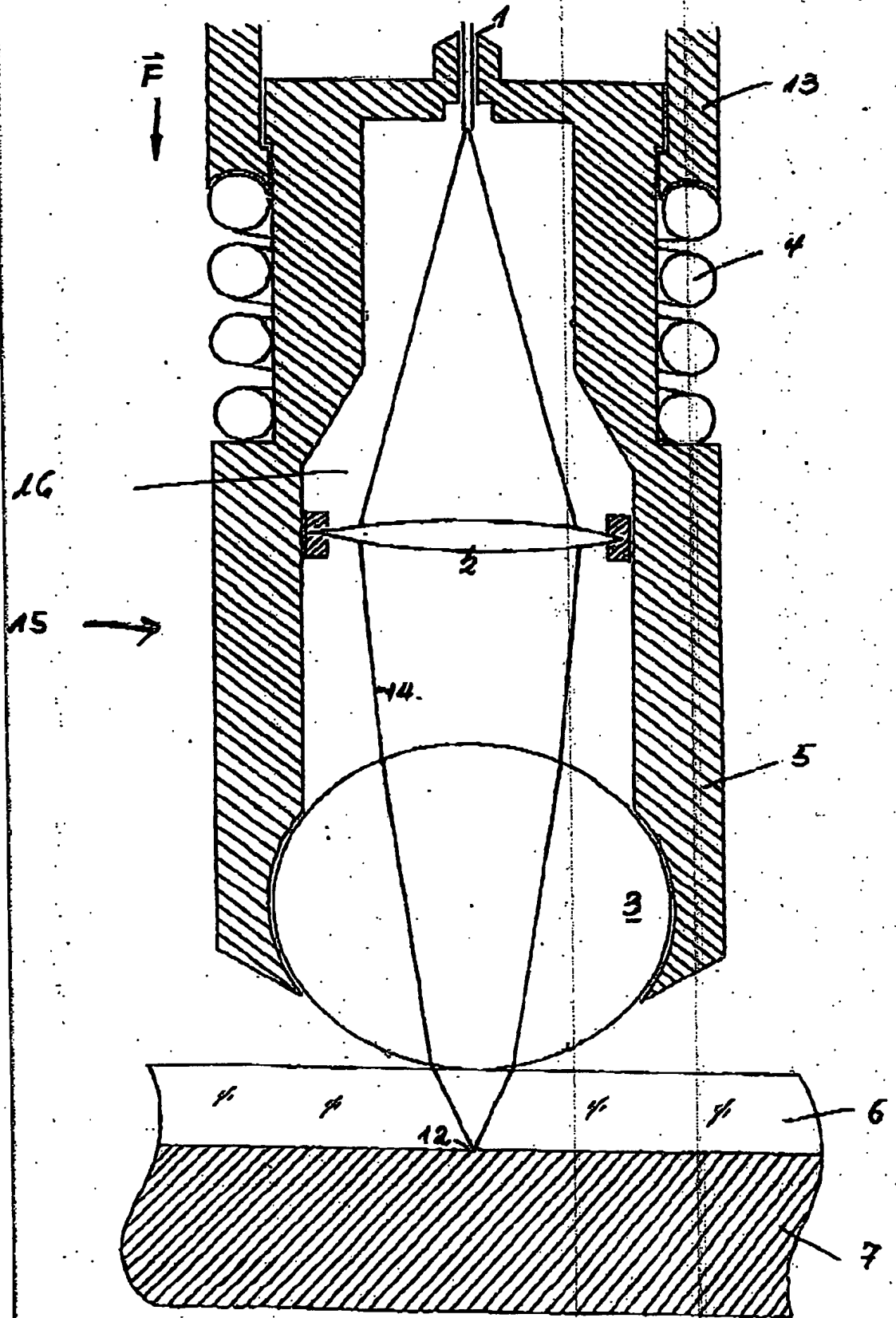


Fig. 1.

2/4

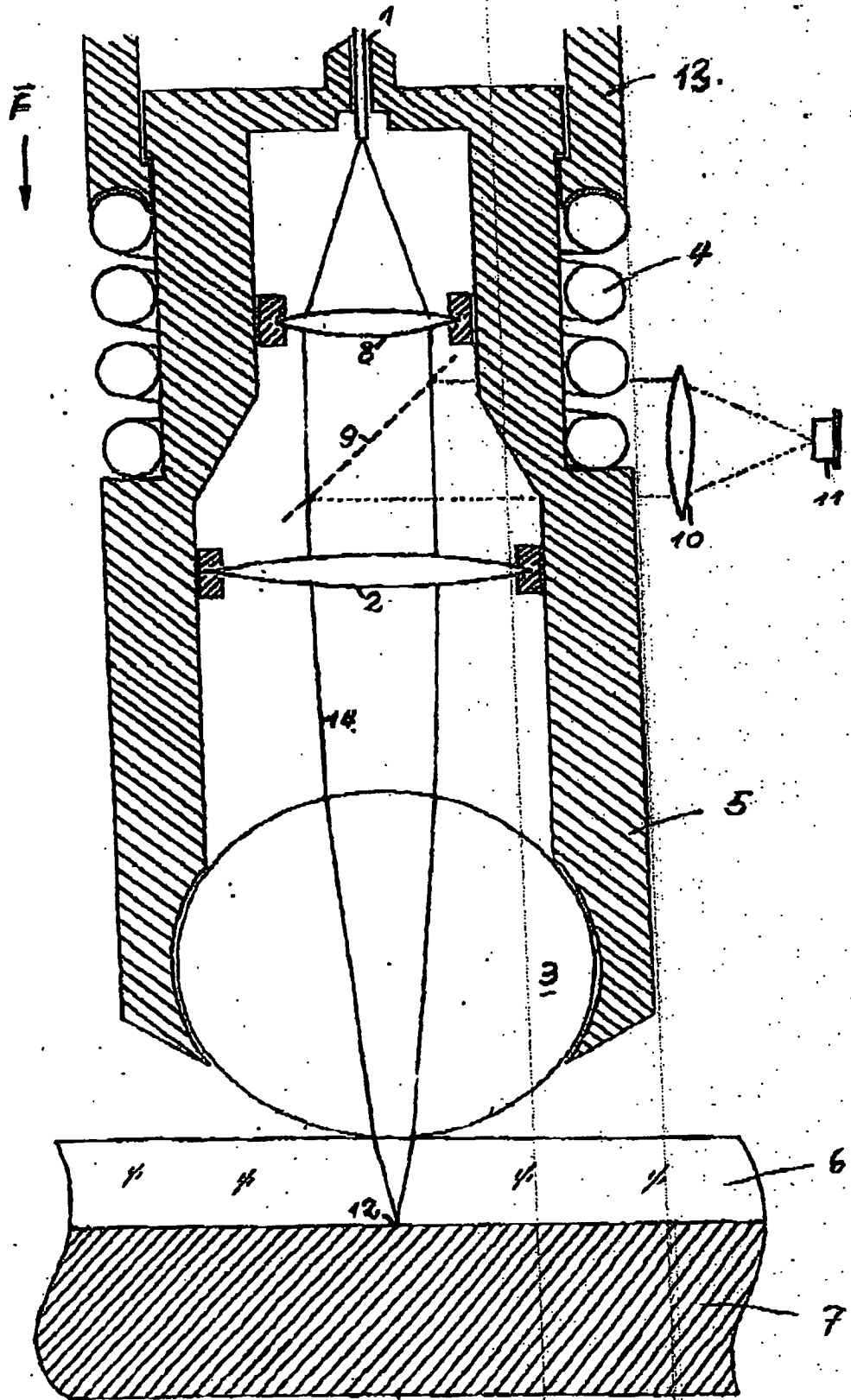


Fig. 2.

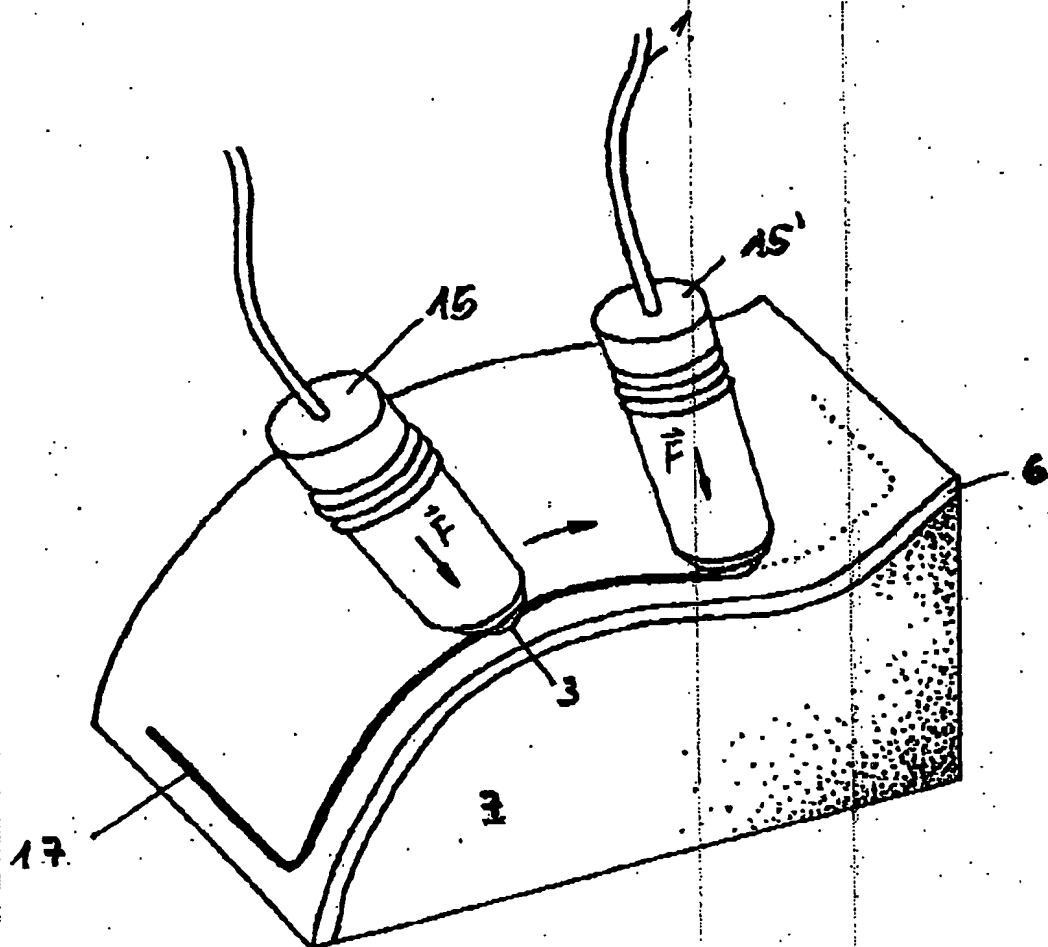


Fig. 3.

4/4

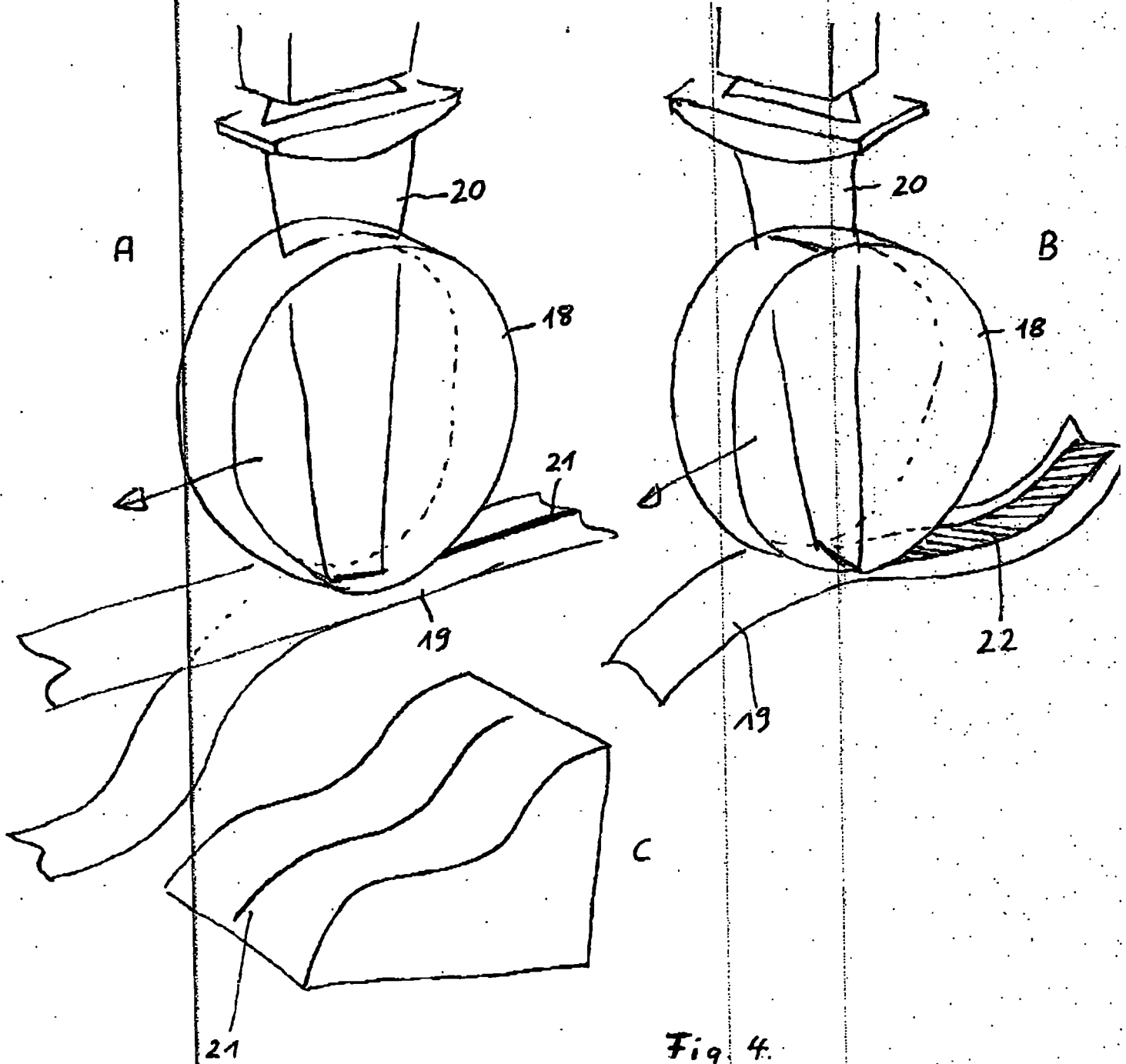


Fig. 4.

LEISTER Process Technologies, CH-6060 Sarnen;  
480/45 EP

1. Oktober 2002  
K/n0

5

### Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff in dreidimensionaler Form mittels Laserstrahl.

10

Verfahren zum Verbinden von Werkstücken aus Kunststoff, wobei das obere, einer Laserquelle zugewandte Werkstück aus einem für den Laserstrahl transparenten Material und das untere Werkstück aus einem für den Laserstrahl absorbierendem Material besteht, so dass die aneinander grenzenden Kontaktflächen der beiden Werkstücke aufschmelzen und bei der anschließenden Abkühlung unter Druck sich miteinander verbinden, wobei das Lenken des Laserstrahls auf die zu verbindende Stelle und das mechanische Zusammendrücken der Werkstücke gleichzeitig durch einen Bearbeitungskopf durchgeführt wird. Die entsprechende Vorrichtung umfasst einen Bearbeitungskopf mit Fokussiereinrichtungen für den Laserstrahl auf die Kontaktfläche und Druckeinrichtungen zum Zusammenpressen der Werkstücke. Als Druckeinrichtung ist eine drehbar gelagerte Glaskugel oder Rolle besonders geeignet. Die Erfindung ermöglicht die Sicherheit der Schweißqualität bei Flexibilität des Schweißvorgangs ohne teure und aufwendige Spannwerkzeuge.

25

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**